

『4단계 BK21사업』 혁신인재 양성사업(신산업 분야)
교육연구단 자체평가결과보고서

접수번호	-									
신청분야	바이오헬스/혁신신약						단위	전국		
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야				
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류			
	분류명	생물공학	생물고분자공학	약학	약품제제	화학	생화학			
	비중(%)	40		30		30				
교육연구 단명	국문) 바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단									
	영문) Education and Research Group for Biopharmaceutical Innovation Leader									
교육연구 단장	소 속		한양대학교 공과대학(원) 생명공학과							
	직 위									
	성명	국문	이근용	전화		02-2220-0482				
				팩스		02-2293-2642				
		영문	Lee, Kuen Yong	이동전화		010-6235-2642				
				E-mail		leeky@hanyang.ac.kr				
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019-21)	2차년도 (21-22)	3차년도 (23-24)	4차년도 (24-25)	5차년도 (25-26)	6차년도 (26-27)	7차년도 (27-28)	8차년도 (28-29)	
	국고지원금	354.837	709.674	709.674	709.674	709.674	709.674	709.674	354.837	
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)								
자체평가 대상기간		2020.9.1.-2021.8.31.(12개월)								
<p>본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2021년 9월 16 일</p>										

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	바이오의약	문제해결형 인재	글로벌 융합인재
	사회기여형 인재	초연결 교육	초융합 연구
	가치 창출		
교육연구단의 비전과 목표 달성정도	<p>○ 교육연구단 비전</p> <ul style="list-style-type: none"> · 바이오의약 분야의 문제 해결능력과 융합적 사고능력을 갖춘 사회기여형 혁신인재 양성 <p>○ 교육 방향 및 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> · 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오의약 분야의 연구와 교육의 연결(연구-교육 연결) - 실무능력을 가진 실용인재 육성을 위한 산학연계 교육 실시(사회-교육 연결) - 글로벌 연구역량 고도화를 위한 교육체계 구축(세계-교육 연결) · 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성 <ul style="list-style-type: none"> - 전공심화 교육을 통한 세계적 수준의 바이오의약 분야 융합연구 선도 - 의약학-공학-기초과학 기반 융합교육 강화 및 혁신 융복합 연구 활성화 - 지속가능한 산학협력/지역연계 플랫폼 구축 · 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 혁신인재 양성을 통한 학생, 대학, 기업, 국가 가치 창출 - 학생 교육/연구몰입도 증진 및 가치 창출 고도화 - 학문후속세대 가치 창출 고도화 및 우수교원/신임교원 유치 - 바이오경제 창출을 위한 기술 사업화 전문가 양성(바이오창업 교육의 강화) · 교육목표: 지속가능한 교육 및 연구혁신 플랫폼 창출로 혁신성장을 선도하는 바이오의약 산업분야의 경쟁력을 제고할 수 있는 융복합 인재 양성 		
교육역량 영역 성과	<p>○ 교육과정의 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> • 바이오헬스/혁신신약분야의 3개의 신규과목 개설 • 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선: IC-PBL+ 2개 과목 신규 개설, 바이오창업의 이해 운영, 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화 • 생명공학실험학 과목 운영으로 실험기술교육 실시 • 타전공 연관과목의 전공수강 인정 • 국제화를 위한 교육 확대: 영어전용 강의 38%로 확대, 2명의 외국인 대학원생 유치, 7건의 국제학술대회 발표, 국제심포지움 개최 <p>○ 해외대학 벤치마킹에 의한 교과과정 개선 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 특화된 교육 트랙 정립, 3과목의 신설로 교육 트랙 정립 지속 • 바이오창업 교육: ‘바이오창업의 이해’에서 특허 교육 및 기술사업화 교육 실시 • 산업계 연계 교육 강화: 2과목의 신규 IC-PBL+ 과목 개설, 신규 IAB위원 		

	<p>위촉</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 우수 대학원생 확보 <ul style="list-style-type: none"> • 학부학생들의 실험실 인턴 실시 (실용공학연구 활동으로 10명의 학부 학생이 참여), 2021년 1학기 대학원 입시전형 설명회(대학원 페어) 참여, BK4 사업단 관련 홈페이지 구축 및 학과 홈페이지의 정보기능 강화. ○ 대학원생 학술활동 지원 <ul style="list-style-type: none"> • 국제심포지움을 개최하여, 학생들의 발표 등 참여유도 • 7건의 국제학술대회 발표 지원 • IC-PBL+ 과목들을 통한 산업체 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여 • 인센티브제도 도입하여 4명의 연구 우수 학생들에게 인센티브 장학금 지급 • 지원성과: 18건의 학술논문 발표 (평균 impact factor: 7.4), 7건의 학술대회 발표, 87.5% 취업률 달성 (14명취업/16명 졸업생) ○ 우수 신진연구인력 확보 및 지원 <ul style="list-style-type: none"> • 1명의 박사후연구원 지원 (계약기간: 2021.03-2022.02, 연봉 3,600만원) • 신진연구인력의 계약기간 보장, 연구 및 행정 지원 • 박사과정 수료생의 Teaching Fellow 제도 운영 ○ 교육 프로그램의 국제화 <ul style="list-style-type: none"> • 국제 심포지움 개최하여 학생들의 참여, 생명공학세미나1을 통하여 2명의 재외과학자의 강연, 7건의 국제학술대회 발표지원, • 2명의 외국학생 유치, 모든 학위논문영어작성.
<p>연구역량 영역 성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구단에서는 지난 1년 연구기간동안 39편의 국제저명 학술지 (SCI/E- 등재지 제외)논문을 발표하였음. 연구단 선정당시 교수 1인당 5.1편/년이었으며 지난 1년 연구기간동안은 교수 1인당 4편/년으로 소폭 감소하였음. 하지만 총 IF 에 대한 편수 환산은 2019년 7.0 이고 지난 1년 연구기간동안의 편수 환산 IF 는 7.075임. 특히 지난 1년 연구기간 동안 IF 10이상의 상위 논문 (Science Advances, Advanced Science, Biomaterials, Nano Letters) 등에 다수의 논문을 게재하였으며 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있으며 펩타이드/단백질의약품, 항체의약품, 유전자치료제, 세포치료제, 의료기기 등 관련 바이오의약 분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌 연구역량을 향상해나가고 있음 ○ 본 연구단에서는 지난 1년동안 23 건의 특허 (우선권 등록 포함) 를 등록하였음. 이중 12 건은 국내 특허이며 11건의 국제 특허 (미국 개별국) 등록 실적을 보여주었음. 이는 연구단 참여교수들이 지적재산권 확보에 많은 노력을 기울이고 있음을 보여주고 있음. ○ 최근 1년간 (2020.9.1-2021.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원 (년) 에서 459,453 천원 (년) (연구단 참여교수 1인당 연구비) 으로 증가하였음. 또한 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주뿐 아니라 지난 연구 기간동안 산업체 지원 연구비의 총합은 371,250 천원 (년 - 사업단 참여교수 전체) 이며 이는 연구단이 추구하는 목표중의 하나인 산업문제 해결형 연구활동 강화의

	결과로 볼 수 있음.
산학협력 영역 결과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산학협력 영역 실적 우수성 <ul style="list-style-type: none"> • 지난 1년 동안 총 산업체 연구비 수주액이 371,250,000원으로 참여교수 1인당 41,250,000원 연구비를 수주 실적으로, 당초 계획인 1단계 3개년 간 총액에 대한 참여교수 1인당 평균 100,000,000원 연구비 (연평균 33,000,000원/1인) 대비 초과 수주 실적을 확보하였음 • 또한 1건의 교원창업 (일릭사과마텍 주식회사)과 4건의 산업체 관련 기술자문((주)미링커, 아토플렉스(주), (주)슈퍼노바바이오, 상장실질심사 평가위원) 등을 수행으로, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음
미흡한 부분 / 문제점 제시	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교육영역에서의 미흡한 부분 <ul style="list-style-type: none"> • 융합과목 개설의 필요: 학과간의 융합과목 개설이 미진하여, 2차년도에는 융합과목을 개설하여 학생의 학제간 융합교육을 강화하여야 함. • Lab rotation 제도의 미정착: 2021년 1학기 신규 박사과정 입학자들의 지원이 없어 Lab rotation 제도가 운영되지 못하였음. 신규 입학생들에게 제도의 홍보 등을 통하여 적극 활용할 수 있도록 유도하는 것이 필요함. • 단기연수 제도 미실시: 해외협력기관의 단기해외연수가 이루어지지 않았음. 1차년도에는 COVID-19의 문제로 활성화되지 않았으나, 앞으로 단기연수를 활성화하는 것이 필요함. ○ 선정평가시 국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진 및 국제학술대회 개최를 통한 연구인력 및 기술교류 극대화를 도모하려 하였으나 현재 COVID19 상황으로 인하여 대면으로 연구를 수행할 수 있는 인력과전 및 공동연구를 수행하는데에는 어려움을 겪고 있음. ○ 또한 산학협력 영역에서도 산업체 등과의 인력 교류 등의 어려움이 있음
2차년도 추진계획	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교육영역에서의 추진계획 <ul style="list-style-type: none"> • 교과과정 개편의 지속적 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오헬스/혁신신약 관련 신규 교과목 추가 개설: 1과목 이상 추가 개설 - 산업계 연계 교과과정 개선: IC-PBL+ 교과목 추가 개설 - 융합교육과정의 개선: 타전공 융합 교과목의 개설 - 바이오창업 교육 지속: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 운영 - 학생연구주제 선택권 보장: Lab rotation 제도의 홍보 및 실시 - 박사과정학생 Teaching assistant 지원 • 교육의 국제화 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 영어전용 강의 38% 이상 달성 - 외국인 대학원생 추가 유치 - 대학원생 국제학술대회 발표 지원 - 국제심포지움 개최 • 우수 대학원생의 확보 노력 <ul style="list-style-type: none"> - 실험실 인턴 실시: ‘실용공학연구’, ‘생명공학융합설계’ 과목을 활용한 학부생 실험실 인턴 참여 촉진

	<ul style="list-style-type: none"> - 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 실시: 대학원페어 참여 및 홍보 • 대학원생 학술활동 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 대학원생 인센티브제도 실시: 학생논문실적에 따른 인센티브 특별장학금 지급 - 국제학술활동 지원: 국제학술대회 참여 경비 지원 - 국내외 석학 세미나 및 심포지엄 정례화: 생명공학세미나 운영, 국내외 연자를 초빙한 학술심포지엄 개최로 최신 연구결과 이해 <p>○ IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지적재산권 공유 지원 등을 통한 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 증진을 도모할 예정임.</p> <p>○ 인력과건의 어려움에도 불구하고 미국 University of Utah, MIT, 일본 Osaka University, Tohoku University 등과 원격으로 공동연구에 대한 논의를 지속적으로 수행하고 있으며 앞으로 COVID19 상황이 빠르게 호전되지 않을 가능성이 많기에 이러한 온라인 기반의 공동연구 플랫폼들을 통한 국대학 및 연구기관과의 연구자 상호 교류 실적을 증진시키고자 함.</p> <p>○ 연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 향후 좀 더 수월한 산학간의 인적/물적 교류를 확대하기 위해서, 산업체간의 MOU 협정 체결을 진행을 예정이며, 이를 통해서 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 대학원생들의 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등을 수월히 진행토록 할 예정임. • 또한 산업체 임원급을 대상으로 한양대 생명공학과 IAB 위원으로 위촉하여 산업체 겸직교수직위를 부여토록 할 계획임. 이를 통해서, 산업체의 다양한 협력을 좀 더 강력하게 추진 할 수 있는 기회를 마련토록 할 예정임
--	--

□ 교육역량 대표 우수성과

(1) 현행 교과과정의 개선

○ 신산업 분야의 산업계 연계 연구개발 교육 확대

- 바이오헬스/혁신신약분야에서 난치성, 퇴행성 질환의 치료를 위하여 연구되고 있는 신규 표적 발굴, 세포 및 유전자치료 등의 바이오의약, 재생의료를 기반으로 하는 신의료 기기/기술에 포괄적으로 필요한 전문지식 제공.
- 신규 교과목 개설: 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습, 생명과학기술

○ 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선

- IC-PBL+ 과목 추가 신규 개설: 기존 개설되었던 바이오창업의 이해, 생화학특론2와 함께, 신규 IC-PBL+ 과목으로 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발실습을 신규 개설
- 바이오의약분야의 창업교육 실시: ‘바이오창업의 이해’ 교과목을 운영
- 산업연계교육자문위원회 (IAB) 운영 강화: 신규 위원 위촉 및 위원회 회의 정례화. 대학본부 IAB, 단과대학 IAB, 생명공학과 IAB의 단계적 구성. IAB의 권고사항을 학과와 본부의 통합적인 행정 및 지원 환경 완성 (<https://iab-hyu.hanyang.ac.kr>).

○ 심화된 연구수행을 위한 교육실시

- ‘생명공학실험학’ 교과목을 운영: 생명공학 연구기술 과목을 필수교과목으로 지정하여 교육
- 석사논문연구 및 박사논문연구 운영: 학생 개인별 연구주제를 제공하고, 토론 및 지도를 통한 심화연구 교육 실시

○ 융합 교육과정 개선

- ‘바이오창업의 이해’ 과목을 산학협력단 창업지원단과의 공동 운영 교과목으로 구성 유지.
- 소프트웨어 중심대학과 융합전공학위 과정 운영

○ 국제화를 위한 교육 확대

- 영어전용 강의 확대: 연구과목, 세미나, IC-PBL+를 제외한 일반 강의에서 영어전용 과목은 2020년 2학기 40% (2/5), 2021년 1학기 33% (1/3)을 차지하여, 약 38%의 비율로 영어 강의를 진행하여, 사업 시행 전 35%에서 확대되고 있음.
- 외국인 대학원생 유치: 2명의 신규 외국인 대학원생들에 대한 장학금으로 ‘한양 우수 외국인 장학금’ 을 지급 (장전옥(중국): 박사과정 2020년 9월 입학, 조약빈(중국): 석사과정, 2020년 9월 입학)
- 국제학술대회 발표: 대학원생의 7건의 국제학술대회 발표
- 국제 심포지움 개최 (1st NRF-JSPS Joint Symposium on advanced biomaterials for tissue engineering, 3rd Korea-Japan Joint symposium on tissue synthesis and manipulation)

(2) 벤치마킹 대학원과의 비교 평가에 근거한 교과과정 개선 계획 진행

- 난양공대 화학생명공학프로그램, 유타대학교 약학대학과의 벤치마킹을 통하여 다음과 같은 개선 계획 수립하였으며, 이에 따른 개선을 진행

	현행	개선 계획	개선 진행 결과
이수학점	석사: 26학점 이상 박사: 37학점 이상 석박사통합: 58학점 이상	현행유지	현행유지
이수필수과목	석사논문연구, 박사논문연구 1, 2, 생명공학실험학	현행유지	현행유지
선택과목	제공된 교과목 중 연구그룹별 특성화	특화된 교육 트랙 제공 (난양공대의 장점 반영)	트랙 구성을 위한 신규과목 3과목 개설
실험 및 기타교육	세미나 1/2, 생명공학 실험학	현행유지	현행유지
산업체 연계 교과과목	바이오창업의 이해, 생화학특론2 등 2과목 IC-PBL+ 운영	IC-PBL+ 운영 확대 (6과목 신설) (한양대학교의 장점 확대)	IC-PBL+ 2과목 추가 신설, 총 4과목 진행.
Lab rotation	시행하지 않음	박사과정학생 신청자 위주 운영 (유타대학교의 장점 반영)	미진행, 2차년도 신청자부터 진행 예정
Teaching Assistant 제도	의무사항 아님	박사과정생 1회 이상 시행 (난양공대와 유타대학교의 장점 반영)	박사과정생 Teaching assistant 지원
세미나 발표의무	세미나 1회 이상 의무	현행유지	현행유지
타 전공 과목 수강	타 전공과목 인정	전공 간 연계강좌 개설 및 타 전공과목 수강 권장	타 전공과목 수강 권장 (12명의 대학원생, 7과목의 타과과목 수강)

○ 특화된 교육 트랙 정립

- 학생의 선택에 따라 수강할 수 있는 전공심화, 전공융합, 산업계 연계교육, 학생주도 창의연구 트랙 정비. 3과목 신규과목 개설 (생명과학기술, 응용핵산생화학, 항암바이러스 개발 연구실습)
- 산업계와의 연계 교육 강화: 2과목의 IC-PBL+ 교과목 신규 개설 추가 (항암바이러스 개발연구실습, 응용핵산생화학)

대상 학위과정	교과목	연계기업	신규여부
석사과정, 박사과정	바이오창업의 이해	(주)크리에티브헬스	기존 유지
석사과정, 박사과정	생화학특론2	(주)시그넷바이오텍	기존 유지
석사과정, 박사과정	중앙생물학	(주)진메디신	신규
석사과정, 박사과정	유전자전달체의 임상적 적용	(주)진메디신	신규
석사과정, 박사과정	항암 바이러스 개발연구 실습	(주)진메디신	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	응용핵산생화학	(주)테라베스트	신규개설 완료
석사과정, 박사과정	조직공학특론	재생의료 관련 기업	신규
석사과정, 박사과정	단백질설계	(주)지뉴브	신규

- 바이오창업교육 강화: ‘바이오창업의 이해’ 교과목 유지
- 전공융합교육 강화: 생물정보데이터베이스 활용 과목 개설, 의대 기초과목의 수강 권장

- 대학원생 연구주제 선택권 강화: 박사과정 신입학생 중, 희망학생에 한하여 Lab rotation 제도 개설,
- 특허교육 및 기술사업화 교육: ‘바이오 창업의 이해’ 교과목에서 특허교육 및 기술사업화 교육 실시.

바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성			
전공심화교육	전공융합교육	산업계연계 교육 (IC-PBL+)	학생주도 창의연구
세포치료제	생체융합재료특론	중앙생물학	생체모사공학설계
면역학적분석학	나노바이오공학융합특론	조직공학특론	시스템생물학설계
생명공학실험학	당뇨학특론	생화학특론 2	응용생화학설계
석사논문연구	바이오의약전달학	의료용고분자	의약전달설계
박사논문연구 1,2	세포생물공학	유전자전달체의 임상적응	2020년 2학기: <input type="text"/>
생명공학세미나 1,2	세포이미징융합기술	단백질설계	2021년 1학기: <input type="text"/>
생체재료특론	구조단백체 이용기술	항암바이러스 개발연구실습	신규교과목: <input type="text"/>
약물전달학특론	생명정보데이터베이스 활용	인턴쉽 및 현장실습	타 기관 연계 교과목: <input type="text"/>
단백질구조분석	생물정보학	인체유전체학	
생화학특론 1	생명과학기술	바이오창업의 이해	
		응용핵산생화학	

[바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단 교과목 구성 및 2020 2학기~2021년 1학기 운영 교과목]

(3) 우수 대학원생 유치를 위한 활동

- 실험실 인턴 실시: ‘실용공학연구’ 학부교과목을 운영하여, 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원하였으며, 대학원 진학을 유도함.
 - 2020년 2학기: 참여학생 12명, 참여교수 7명
 - 2021년 1학기: 참여학생 5명, 참여교수 3명
- 대학원 입시전형 설명회 참여
 - 2021년 1학기 한양대학교 대학원 입시전형 설명회 참여
- 학과 및 관련 홈페이지 강화
 - BK4 홈페이지 개설 운영, 학과 홈페이지 게시판 기능을 개선하여, 취업정보, 학술정보 등을 제공
- 장학금 지원: BK4 장학금 지원

(4) 대학원생 학술활동 지원

- 인센티브 제도 도입: 2020년 12월까지의 학생 논문 발표실적을 평가하여, 인센티브로 특별 장학금 (50만원/인)을 4명 지원
- 국제학술활동 지원: 대학원생의 7건의 국제학술대회 발표
- 국내외 석학 세미나 및 심포지엄 정례화
 - 생명공학세미나 1을 개설하여, 국내외 연자를 초빙, 최신 연구지견 강의

- 국제 심포지움 개최 (1st NRF-JSPS Joint Symposium on advanced biomaterials for tissue engineering, 3rd Korea-Japan Joint symposium on tissue synthesis and manipulation)
- 산업체 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여: IC-PBL+ 신규교과목을 개설하여, 산업체 연계 교육을 강화. IAB의 운영을 개선하여, 대학본부, 공과대학, 학과의 유기적인 개선 시스템 구축

○ 학생지원을 통한 성과

	건수	비고
학술논문 발표	18편	Advanced Science (IF: 15.84)등 SCI 논문 16편
학술대회 발표	7편	2021 SFB 등
졸업자 취업현황	14명 취업 (16명 졸업생중)	87.5% 취업률

- 참여 대학원생의 발표논문: 총 18편을 1차년도 기간 중에 발표하였으며, 편당 평균 impact factor가 7.400으로서, 연구 논문의 우수성을 입증함.

논문제목	발표일	학술지명	index	참여형태	Impact factor	성명
Enhanced oral bioavailability of an etoposide multiple nanoemulsion incorporating a deoxycholic acid derivative-lipid complex	20201012	Drug Delivery	SCI-E	주저자	6.419	
Recent advances in tumor microenvironment-targeted nanomedicine delivery approaches to overcome limitations of immune checkpoint blockade-based immunotherapy	20210410	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자	9.776	
Down-regulation of TNF- α via macrophage-targeted RNAi system for the treatment of acute inflammatory sepsis	20210810	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자	9.776	
A novel allosteric inhibitor of protein tyrosine phosphatase sigma	20200930	Biodesign	등재후보 학술지	주저자	-	
Structural mechanism of inhibitor-resistance by ERK2 mutations	20210330	Biodesign	등재후보 학술지	주저자	-	
Size-controlled human adipose-derived stem cell spheroids hybridized with single-segmented nanofibers and their effect on viability and stem cell differentiation	20210426	Biomaterials Research	SCI-E	공동저자	-	
Stem cell spheroid engineering with osteoinductive and ROS scavenging nanofibers for bone regeneration	20210401	Biofabrication	SCI-E	주저자	9.954	
Evaluation of the anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering	20210401	ACTA Biomaterialia	SCI-E	주저자	8.947	
One-step harvest and delivery of micropatterned	2021040	ACTA	SCI-E	주저자	8.947	

cell sheets mimicking the multi-cellular microenvironment of vascularized tissue	1	Biomaterials				
Engineering Multi-Cellular Spheroids for Tissue Engineering and Regenerative Medicine	20210101	Advanced Healthcare Materials	SCI-E	주저자	9.933	
Bioactive Membrane Immobilized with Lactoferrin for Modulation of Bone Regeneration and Inflammation	20201220	Tissue Engineering PART A	SCI-E	공동저자	3.845	
Adipose-derived mesenchymal stem cell spheroid sheet accelerates regeneration of ulcerated oral mucosa by enhancing inherent therapeutic properties	20201105	Journal of Industrial and Engineering Chemistry	SCI-E	주저자	6.064	
Human adipose-derived stem cell spheroids incorporating platelet-derived growth factor (PDGF) and bio-minerals for vascularized bone tissue engineering	20201001	Biomaterials	SCI-E	공동저자	12.479	
Immunogenic Cell Death Inducing Fluorinated Mitochondria-Disrupting Helical Polypeptide Synergizes with PD-L1 Immune Checkpoint Blockade	20210201	Advanced Science	SCI-E	주저자	16.806	
Optimizing Active Tumor Targeting Biocompatible Polymers for Efficient Systemic Delivery of Adenovirus	20210726	Cells	SCI-E	주저자	6.600	
Brain gene delivery using histidine and arginine-modified dendrimers for ischemic stroke therapy	20210101	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자, (공동저자)	9.776	
Engineering exosomes for pulmonary delivery of peptides and drugs to inflammatory lung cells by inhalation	20210101	Journal of Controlled Release	SCI-E	주저자, (공동저자)	9.776	
Delivery of miRNA-92a inhibitor using RPI-linked peptide elicits anti-inflammatory effects in an acute lung injury model	20210701	Journal of Biomedical Nanotechnology	SCI-E	주저자, (공동저자)	4.099	

- 학생 학술대회 발표

참여학생	학술대회명(기간)	발표제목
	2021SFB(0420-0423)_미국시카고	Evaluation of anti-oxidative and ROS scavenging properties of biomaterials coated with epigallocatechin gallate for tissue engineering
	2021SFB(0420-0423)_미국시카고	Osteoinductive and ROS scavenging extracellular matrix mimetic mineral fibers for bone regeneration
	NANO 2021(20210707-0709)	Development of radical scavenging hydrogels incorporating nanofibers coated with epigallocatechin-3-gallate for cell encapsulation
	NANO 2021(20210707-0709)	Self-assembled multi-functional biomineral nanoparticle for tissue engineering applications
	IUPAC-MACRO2020(20210516-0520)	Enhanced Cellular Uptake of Ligand-Modified Gas-Generating Polymer Nanoparticles
	KSBMB 2021(20210525-0527)	Brain-specific knockdown of pain signaling by intranasal delivered siRNA attenuate cancer-associated neuropathic pain
	IUPAC-MACRO2020(20210516-0520)	Development of Respiratoid for Cellular Respiration in Tissue-engineered Cells

(5) 신진연구인력 지원

○ 박사후연구원: 박사 (계약기간: 2021.03.01.-2022.02.28.)

- 참여 연구: 급성폐손상 치료를 위한 약물전달기술의 개발 연구에 참여하여, 연구를 진행 중. RAGE binding peptide (RBP) 전달, antisense oligonucleotide 등의 핵산 전달, 커큐민 등의 소수성약물을 봉입한 마이셀의 전달 등의 연구를 통하여 급성폐손상의 치료기술을 개발하는 연구를 수행 중. 1편의 논문에 2저자로 참여하였으며, 현재, 추가로 1편의 논문을 1저자로 작성 중.
- 논문실적: (2021) Delivery of miRNA-92a inhibitor using RP1-linked peptide elicits anti-inflammatory effects in an acute lung injury model. J. Biomed. Nanotechnol. 17, 1273-1283.
- 지원실적: 계약기간 (1년) 동안, 연봉 3,600만원의 인건비를 지급

□ 연구역량 대표 우수성과

○ 참여 교수 논문 실적 및 수월성

- 본 연구단에서는 지난 1년 연구기간동안 39편의 국제저명 학술지 (SCI/E - 등재지 제외)논문을 발표하였음. 연구단 선정당시 교수 1인당 5.1편/년이었으며 지난 1년 연구기간동안은 교수 1인당 4편/년으로 소폭 감소하였음. 하지만 총 IF 에 대한 편수 환산은 2019년 7.0 이고 지난 1년 연구기간동안의 편수 환산 IF 는 7.075임.
- 이는 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되어지는 추세를 반영하고, 본 사업단은 사업기간 동안 논문의 질적 증가를 적극적으로 유도하려는 취지와 적합하다고 볼 수 있음. 특히 지난 1년 연구기간 동안 IF 10이상의 상위 논문 (Science Advances, Advanced

Science, Biomaterials, Nano Letters) 등에 다수의 논문을 게재하였으며 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있으며 펩타이드/단백질의약품, 항체의약품, 유전자치료제, 세포치료제, 의료기기 등 관련 바이오의약 분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌 연구역량을 향상해나가고 있음.

- 질적인 향상을 꾸준히 도모하고 있으나, 연구단 초기의 성과이니 만큼 양적인 증가도 이후 유도 및 기대됨.
- 000 교수는 미토콘드리아와 ER 의 막은 5-20% 경우 서로 가깝게 상호작용하면서 ER stress, 미토콘드리아 활동성, 염증반응, 세포내자가포식작용 (autophagy), 세포사멸 등을 조절한다. 이러한 미토콘드리아-ER 막 상호작용에서 PTPIP51 단백질이 중요한 역할을 하며 특히 미토콘드리아 기능에 중요한 cardiolipin 의 생합성에 관여한다. 본 연구에서는 미토콘드리아 기능이상 질병의 조절을 위하여 PTPIP51 의 삼차구조를 규명하였으며 이를 통하여 암, 염증질환의 바이오신약 개발에 관련한 구조적 정보를 제공하여 EMBO reports (IF 8.8) 에 게재하였음.
- 000 교수는 3차원 조직 모듈의 경우 2차원적으로 전달된 세포에 비해 높은 조직 재생 능을 나타내는 것으로 연구되어져왔으나, 실제 조직 결손 모델에 전달되었을 때 조직모듈의 이탈 등의 안정적인 포지셔닝 방법의 부재, 장기배양 시 낮은 세포 생존율로 그 효율이 제한되는 문제점이 있음. 본 연구에서는 조직모듈을 안정적으로 포지셔닝 할 수 있는 3차원 (3D printed micro-chamber)를 제작하여 장기 배양에도 조직모듈의 이탈이 없고 구조체가 없을 때에 비해 더 높은 세포증식력을 보이는 것을 확인함. 더불어 조직모듈 내부에 골 조직 재생을 촉진할 수 있는 BMP-2 성장인자를 마이크로 전달체에 고정화하여 전달해 줌으로서 조직모듈의 골 분화효율을 10 배 이상 증가시키는 것을 확인함. 본 연구를 통해 안정적 조직모듈의 전달을 통한 효과적인 골 조직 치료를 이루었고 조직모듈을 통한 조직 치료의 새로운 플랫폼 기술을 제시하였음. 본 연구는 Biofabrication (IF 9.954, 상위 10%)에 게재되었음.
- 000 교수는 암 치료제 개발을 위해, fluorinated MDHP가 면역 관문 차단 요법과 상승작용을 일으켜 확립된 종양을 제거하고 항종양 면역 반응을 유도하는 연구를 수행한 기초 연구와 응용연구의 중계 연구로서, 결과의 우수성은 물론 바이러스의 임상적용 가능성을 크게 향상시켰으며, 이를 Advanced Science (IF 16.806) 에 게재하였음.
- 000 교수는 제1형 당뇨병에 대한 췌장 β 세포 치료는 신체적 스트레스와 공격적인 숙주 면역 반응으로 인해 낮은 세포 생존율로 제한되는 이 연구에서 우리는 높은 전단 응력으로부터 세포를 보호하고 세포-세포 상호작용을 방해하여 면역 반응을 감소시킬 수 있는 다층 하이드로겔 나노필름 케이지 전략을 보여줌. 하이드로겔 나노필름은 모노페놀로 변형된 글리콜 키토산과 히알루론산이 서로 가교되어 티로시나아제 매개 반응을 통해 세포 표면에 나노 얇은 하이드로겔 필름을 형성하여 제조되었고 하이드로겔 나노필름 형성은 섬 이식 적용을 위해 마우스 β 세포 스페로이드에서 수행됨. 이를 통하여 마우스 β 세포 스페로이드를 제1형 당뇨병 마우스 모델에 이식하고 혈당 수준을 성공적으로 조절하는데 성공하여 Science Advances (IF 13.117) 에 게재하였음.
- 이민형 교수는 엑소솜은 약물전달체로 새롭게 연구되어지고 있음. 이 연구에서는 기존의 소수성 약물 들의 전달과 함께, 펩타이드를 동시에 전달하는 엑소솜을 개발하여, 급성폐손상의 치료기술로 응용하였음. RAGE binding peptide (RBP)를 엑소솜에 결합시키고, 여기에 커큐민을 소수성 결합으로 동시에 봉입한 후, 흡입을 통하여, 급성폐손상 동물모델에 투여하였음. 그 결과, 염증성 폐세포에서 RAGE의 발현을 억제하고, 염증반응을 억제하여, 급성폐손상을 감소시키는 결과를 얻

있음. 따라서, 이 기술은 급성폐손상을 보다 효과적으로 치료할 수 있는 바이오신약으로 개발되어 질 수 있음. 이 결과는 Journal of Controlled Release (IF 9.776, 상위 5%)에 게재되었음.

- 000 교수는 류마티스 관절염은 전신성 염증성 질환으로서, 본 기술은 류마티스 관절염의 치료를 위한 유전자복합체 형태의 치료제로서, 효과적인 류마티스 관절염의 치료 가능성을 보여주었으며 이 결과는 Journal of Controlled Release (IF 9.776, 상위 5%)에 게재되었음.

○ 연구단의 연구비 특허 실적 우수성

- 본 연구단에서는 지난 1년동안 23 건의 특허 (우선권 등록 포함) 를 등록하였음. 이중 12 건은 국내 특허이며 11건의 국제 특허 (미국 개별국) 등록 실적을 보여주었음. 이는 연구단 참여교수들이 지적재산권 확보에 많은 노력을 기울이고 있음을 보여주고 있음.
- 또한 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화에 대한 성과로 볼수 있음. 바이오 의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주체의 도출을 유도 하고, 또한 교육연구단 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계를 확립해 나가고 있음.
- IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지적재산권 공유 지원 등을 통한 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 증진을 도모할 예정임.
- 000 교수는 특허 : 비만유래 2형 당뇨 예방 및 치료를 위한 내장지방 대식세포 표적 비바이러스성 유전자/전달체 복합체 (등록일 : 20210112 , 등록번호 : 10,889,819)을 통해 비만환자의 내장지방 내부에 분포하고있는 대식세포를 선택적으로 표적하는 유전자 전달체 및 복합체를 포함한 다. 이는 비만 및 비만유래 2형당뇨 예방 및 치료가 가능함을 제시하였다. 기존의 비만 치료제들과는 다른 방향을 제시하는 우수한 특허임
- 000 교수는 특허 : 항 인간 트랜스페린 수용체 항체의 돌연변이체, 및 이를 이용한 이중특이적 항체, 항체-약물 접합체 및 약학 조성물 을 통해 항체-drug 접합체 (ADC)를 이용해서 저분자 화합물 치료제도 BBB를 용이하게 통과하는 단백질 신약 개발에 기여함
- 000 교수는 기체 발포형 마이셀 및 이의 제조방법 (등록일 : 20201222 , 등록번호 : US 10,869,941) 을 통해 이산화탄소 기체 발생량을 최대화 시킬 수 있는 새로운 소재 합성 및 마이셀 제조법 관련 원천기술을 개발하였음. 기체 발포를 통하여 세포사멸 유도가 가능한 새로운 기술을 개발하였고, 이를 기반으로 암조직 및 지방조직을 감소시킬 있기 때문에 새로운 바이오 의약으로서의 가능성을 제시하였음.
- 000 교수는 락토페린이 결합된 나노입자 복합체 및 이의 용도 (등록일 : 20201110 , 등록번호 : 10,828,083)을 통해 우유 단백질인 락토페린의 응용으로 단백질 및 나노입자 기반 치료제로써의 흥미로운 접근법을 제시하였음
- 000 교수는 약물/유전자 전달 복합체를 이용한 비강 투여용 염증성 폐질환 예방 또는 치료용 조성물 (등록일 : 20201130 , 등록번호 : 10-2187144)을 통해 표면에 유전자를 동시에 결합하여, 약물과 유전자를 동시에 전달하는 있는 전달체를 개발하였으며, 이는 급성폐손상 치료제의 새로운 접근법임
- 000 교수는 (등록일 : 20201116 , 등록번호 : 10-2018-0096049) 에피갈로카테킨 갈레이트 (Epigallocatechine gallate; EGCG)를 일가 양이온과 함께 생분해성 및 생체적합성을 가지는 다공성 막에 코팅하여, EGCG의 국소적인 전달을 유도하고 이를 통해 골 유도 재생 효과 및 골다공증 방지 효과를 가진 차폐막을 제작하는 기술임. 기존 EGCG는 난용성 물질로 고

분자 재료와 안정적으로 결합하여 복합체를 제조하기 어렵고, 체내 환경에서 스스로 산화하여 독성을 유발하는 단점 때문에 장시간 국소 전달이 어렵다는 한계를 가지고 있었음. 본 발명을 통해 차폐막 표면에 EGCG를 코팅하여 전달함으로써 효율적으로 체내에 국소전달이 가능함을 확인하였고, 차폐막 위에서 배양된 세포의 안정성 및 증식효과를 확인하였음. 또한, 줄기세포의 골 분화 효과 및 골다공증 관련 염증인자 제어, 골흡수 세포의 성장 억제 효과를 확인하였음.

○ 연구단의 연구비 수주 실적 우수성

- 최근 1년간 (2020.9.1.-2021.8.31.) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원 (년) 에서 459,453 천원 (년) (연구단 참여교수 1인당 연구비) 으로 증가하였음. 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.
- 지난 1년간 연구단 참여 교수들의 연구비 수혜 과제들은 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료 기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 포함하고 있어서 앞으로 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축에 큰 기여를 할 것으로 사료됨.
- 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주뿐 아니라 지난 연구 기간동안 산업체 지원 연구비의 총합은 371,250 천원 (년 - 사업단 참여교수 전체) 이며 이는 연구단이 추구하는 목표중의 하나인 산업문제 해결형 연구 활동 강화의 결과로 볼 수 있음.

□ 산학협력 대표 우수성과

○ 연구단의 산학협력 실적 우수성

- 지난 1년 동안 총 산업체 연구비 수주액이 371,250,000원으로 참여교수 1인당 41,250,000원 연구비를 수주 실적으로, 당초 계획인 1단계 3개년 간 총액에 대한 참여교수 1인당 평균 100,000,000원 연구비 (연평균 33,000,000원/1인) 대비 초과 수주 실적을 확보하였음
- 또한 1건의 교원창업 (일릭사파마텍(주) 이동윤 교수)과 4건의 산업체 관련 기술자문((주)미링커, 아토플렉스(주), (주)슈퍼노바바이오, 상장실질심사 평가위원) 등을 수행으로, 당초 계획대로 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음

○ 참여 교수의 산학협력 실적 우수성

- 000 교수는 특허(비만유래 2형 당뇨 예방 및 치료를 위한 내장지방 대식세포 표적 비바이러스성 유전자/전달체 복합체. 등록일 : 20210112 , 등록번호 : 10,889,819)을 통해 비만환자의 내장지방 내부에 분포하고있는 대식세포를 선택적으로 표적하는 유전자 전달체 및 복합체를 개발함. 이는 비만 및 비만유래 2형당뇨 예방 및 치료가 가능함을 제시하여, 기존의 비만 치료제들과는 다른 방향을 제시하는 우수한 특허임
- 000 교수는 특허 : 항 인간 트랜스페린 수용체 항체의 돌연변이체, 및 이를 이용한 이중특이적 항체, 항체-약물 접합체 및 약학 조성물 을 통해 항체-drug 접합체 (ADC)를 이용해서 저분자 화합물 치료제도 BBB를 용이하게 통과하는 단백질 신약 개발에 기여함
- 000 교수는 특허 : 기체 발포형 마이셀 및 이의 제조방법 (등록일 : 20201222 , 등록번호 : 10,869,941)을 통해 기체발포를 통한 지방세포사멸유도가 가능한 새로운기술을 제시하였음
- 000 교수는 특허 : 락토페린이 결합된 나노입자 복합체 및 이의 용도 (등록일 : 20201110 , 등록번호 : 10,869,941)을 통해 락토페린이 결합된 나노입자 복합체 및 이의 용도를 제시하였음

호 : 10,828,083)을 통해 우유 단백질인 락토페린의 응용으로 단백질 및 나노입자 기반 치료제로써의 흥미로운 접근법을 제시하였음

- 000 교수는 특허 : 약물/유전자 전달 복합체를 이용한 비강 투여용 염증성 폐질환 예방 또는 치료용 조성물 (등록일 : 20201130 , 등록번호 : 10-2187144)을 통해 표면에 유전자를 동시에 결합하여, 약물과 유전자를 동시에 전달하는 있는 전달체를 개발하였으며, 이는 급성폐손상 치료제의 새로운 접근법임
- 000 교수는 기술이전 : '히알루론산 기반 보습 소재' 특허를 주식회사 디알페이스에 특허 양수도 계약을 체결하여 기술료 5,500천원(부가세 포함)을 입금 받음

○ 연구단의 산학협력 실적 우수성 향상 계획

- 향후 좀 더 수월한 산학간의 인적/물적 교류를 확대하기 위해서, 산업체 간의 MOU 협정 체결을 진행을 예정이며, 이를 통해서 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 대학원생들의 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등을 수월히 진행토록 할 예정임.
- 또한 산업체 임원급을 대상으로 한양대 생명공학과 IAB 위원으로 위촉하여 산업체 겸직교수직위를 부여토록 할 계획임. 이를 통해서, 산업체의 다양한 협력을 좀 더 강력하게 추진할 수 있는 기회를 마련토록 할 예정임

□ 자체평가 결과

- 외부평가 위원 -000 대표 ((주)00000000)

[교육역량 영역]

1. 산업계와 연관된 신규과목(예, 항암바이러스개발실습 등)의 설치운영으로 실무적 교과목의 확대 강화됨.
2. 영어전용강의와 학생들의 국제학술대회지원 및 발표회 운영으로 학생들의 국제화역량강화에 기여됨.
3. 우수대학원생 유치활동과 신진연구인력지원을 통한 연구교육역량의 강화.

[연구역량 영역]

총 연구비가 증가하였을 뿐만아니라, 연구결과의 발표한 논문편수가 1년동안에 39편에 IF평수 환산이 7.0이상으로 연구의 질적 수준도 향상된 것으로 판단됨.

[산학협력 영역]

연구비의 평균 인당 수주액이 약 4억1천만원으로 기 연평균 수주액을 상회하였고 각 교수님들의 산업계와의 긴밀한 연계로 대학원생들의 현장실습 나아가서는 취업기회 부여와 공동연구의 성과를 달성함.

- 외부평가 위원 -000 교수 (경희대학교)

[교육역량 영역]

· 산업계 연계 신산업 분야와 연관된 응용학문 과목을 개설하여 학생들에게 다양한 신기술 및 연구동향을 접할 수 있는 기회를 제공하고 있다고 판단됨. 또한, 단순 이론 강의뿐만 아니라 실험 시 유용하게 활용 가능한 실험기술 교육도 진행하고 있으며, IC-PBL+ 과목 확충을 통

한 교육도 계획 대비 충실히 운영되고 있음.

- Lab rotation에 대한 구체적인 계획이 차년도에 확립되어 시행되어야 하며, 타전공 융합과목의 개설도 체계적인 준비 단계를 거쳐 이루어져야 할 것임.

- 산업체 인턴 프로그램에 대한 구체적인 계획이 근시일내에 확립되어야 하며, 학생들의 인턴과정 경험 후, 인턴 경력의 효과적 활용방안에 대한 논의를 지속적으로 해나가야 할 것으로 사료됨.

- 대학원생 장학금 혜택과 학술대회 참가 지원을 통한 연구 활동 지원을 적극적으로 시행하고 있으며, 국제학술대회 참가 및 국제심포지움 개최를 통한 다양한 국제 연구성과를 접할 수 있는 기회를 제공하였음.

- 국제심포지움의 경우, 일본뿐만 아니라 아시아, 유럽, 미국 소재의 다양한 연구기관 또는 연구팀과의 공동개최를 기획하여 교육의 국제화 활동을 적극적으로 지원하는 것이 필요하다고 판단됨.

[연구역량 영역]

- 본 연구팀의 학술 논문 실적은 IF 및 JCR 상위% 기준으로 판단할 때, 참여연구진 모두 질적 우수성이 높은 연구실적을 발표하였음. 최근 연구 추세에 따라 연구논문의 양적 성장보다는 질적 우수성이 개선된 방향으로 연구를 진행하고 있으며, 사업이 진행됨에 따라, 의과학 및 바이오의약 분야에 높은 파급효과를 가져올 수 있는 impact 있는 학술 논문을 다수 발표할 수 있는 역량을 갖고 있는 연구팀으로 판단됨.

- 학술 논문뿐만 아니라 특허 등록 실적도 매우 우수하며, 국내 및 국외 지적재산권 확보를 위해 다양한 기술개발을 진행하였음. 산업계 연구 연계를 위해 IC-PBL+ 과정을 통한 산업계-대학 융합 연구 모델 개발을 진행하고 있으며, 구체화를 위한 체계적인 계획 수립이 필요할 것으로 판단됨.

- 참여교수의 총 연구비 수주액이 증가되었으며 산업계 지원 연구비도 높은 수준으로 판단됨. 이는 본 연구팀의 세부목표 중 하나인 산업문제 해결형 연구활동에 의한 것으로 판단됨.

- COVID19로 인한 위축된 상황에서도 국제공동연구로 인한 실적도 꾸준히 쌓고 있음. 차후, 온라인상에서 가능한 다양한 국제협력 루트를 개발해 나가는 것이 필요함.

[산학협력 영역]

- 사업 초기단계인 현 시점에서 판단할 때, 본 사업단의 산학협력 실적은 연구비 수주 및 지적재산권 확보 측면에서 계획 대비 매우 우수하다고 판단됨.

- 산학협력 실적 우수성 향상을 위한 구체적인 계획도 실현 가능할 것으로 판단되며, 합리적으로 제시되었음.

- 향후 계획에 있어서, 산업계-대학 공동연구 수주를 위한 준비 단계에서부터 산학간의 밀접한 교류를 기대할 수 있으므로, 공동연구 기획 단계부터 본 연구단이 목표로 하고 있는 산학협력의 구체적인 세부협력 내용을 중심으로 계획을 세워나갈 필요성이 있음.

- 본 사업단 참여교수들은 우수한 특허 실적을 보유하고 있으며, 향후 상용화를 목적으로 다양한 기술 기반 국내외 지적재산권 확보가 가능할 것으로 기대됨.

- 향후 높은 상용화 가능성을 갖는 특허를 기반으로 하여, 관련 기업으로의 기술이전도 활발히 이루어질 것으로 기대됨.

● 내부평가 위원 - 000 교수 (한양대학교 생명공학과)

[교육역량 영역]

(1) 현행 교과과정의 개선

- 신산업 분야의 산업계 연계 연구개발 교육 확대를 위한 신규 교과목 개설
- 산업계 요구에 부응하는 교과과정 개선을 위하여 IC-PBL+ 신규 과목 개설(응용핵산생화학, 항암바 이러스 개발실습)
- 심화된 연구수행을 위하여 ‘생명공학실험학’을 필수교과목으로 지정하여 교육 시행
- 융합 교육과정 개선
 - ‘바이오창업의 이해’ 과목을 산학협력단 창업지원단과의 공동 운영 교과목으로 구성
 - 소프트웨어 중심대학과 융합전공학위 과정 운영
- 국제화를 위한 교육 확대
 - 사업 시행 전보다 영어전용 강의 확대 실시
 - 외국인 대학원생 유치 및 참여 대학원생의 국제학술대회 발표 지원
 - 온라인 국제 심포지움 개최

(2) 벤치마킹 대학원과의 비교 평가에 근거한 교과과정 개선

- 비교 평가에 근거한 교과과정 개선 진행
 - 난양공대 화학생명공학프로그램 및 유타대학교 약학대학과의 벤치마킹에 기반한 개선 계획에 따라서 교과과정 개선
 - 학생의 선택에 따라 수강할 수 있는 전공심화, 전공융합, 산업계 연계교육, 학생주도 창의연구 트랙 정비
 - 특화된 교육 트랙 정립을 위한 신규 교과목 개설
 - 산업계 연계 신규 교과 과목(IC-PBL+) 개설
 - 박사과정생 Teaching assistant 지원
 - 바이오창업교육 및 전공융합교육 강화

(3) 우수 대학원생 유치를 위한 활동

- 실험실 인턴 실시: 학부학생들의 실험실 인턴 활동을 지원 및 대학원 진학 유도
- 대학원 입시전형 설명회 참여 및 학과 및 관련 홈페이지 강화
- BK21 FOUR 연구장학금 지원

(4) 대학원생 학술활동 지원

- 연구실적 기반의 인센티브 제도 도입(특별 장학금 지급)
- 국제학술활동 지원
- 국내외 석학 세미나 및 심포지움 정례화
- 산업계 연계를 통한 현장문제 해결 동기 부여: IC-PBL+ 신규교과목을 개설하여, 산업계 연계 교육을 강화. IAB의 운영을 개선하여, 대학본부, 공과대학, 학과의 유기적인 개선 시스템 구축

(5) 신진연구인력 지원

- 박사후연구원 채용

[연구역량 영역]

- 참여 교수 논문 실적 및 수월성

- 지난 1년의 연구기간 동안 39편의 국제저명 학술지(SCI/E - 등재지 제외)에 논문을 발표하였음. 교수 1인당 평균 4편/년으로 소폭 감소하였으나, 총 IF에 대한 편수 환산은 7.075로

사업 선정 당시와 비교하여 향상되었음(2019년 편수 환산 IF 7.0).

- 특히, IF 10 이상의 상위 저널(Science Advances, Advanced Science, Biomaterials, Nano Letters)에 다수의 논문을 게재하였음.
- 최근 연구역량의 양적인 증가보다는 질적인 수월성이 강조되는 추세를 반영하고 있고, 연구실적의 질적 증가를 적극적으로 유도하려는 본 사업단의 취지를 잘 반영하고 있음.
- 펩타이드/단백질의약품, 항체의약품, 유전자치료제, 세포치료제, 의료기기 관련 바이오의약품 분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 융복합적 글로벌 연구역량을 향상시켜 나가고 있음.

○ 연구단의 특허 실적 우수성

- 지난 1년 동안 23 건의 특허(우선권 등록 포함)를 등록하였고(국내특허 12건, 미국 특허 11건), 이는 연구단이 추구하는 산업문제 해결형 연구활동 강화에 대한 성과로 볼 수 있음.
- 또한, 바이오의약품 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구주제의 도출을 유도하고, 또한 교육연구단 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계를 확립해 나가고 있음.
- IC-PBL+ 등의 교육프로그램을 기반으로 연구단 내에 축적된 지적재산권 공유 지원 등을 통한 지속가능형 융합적 문제 해결 프로세스 향상 등 연구의 질적 증진을 도모할 예정임.

○ 연구단의 연구비 수주 실적 우수성

- 최근 1년간 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609,000원에서 459,453,000원으로 증가하였음. 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.
- 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료 기술 개발 사업 등과 같은 집단과제들을 수행함으로써 대학 및 연구기관 간 공동연구 기반 구축에 큰 기여를 할 것으로 기대됨.
- 산업문제 해결형 연구활동 강화의 노력으로 지난 연구기간 동안 산업체 지원 연구비 총합은 371,250,000원으로 증가하였음.

[산학협력 영역]

○ 연구단의 산학협력 실적 우수성

- 지난 1년 동안 총 산업체 연구비 수주액은 371,250,000원으로서 참여교수 1인당 41,250,000원을 수주하는 등 당초 계획 대비 초과 달성하였음(연평균 33,000,000원/인).
- 교원창업 1건(일릭사과마텍(주), 이동운 교수)과 산업체 관련 기술자문 4건((주)미링커, (주)아토플렉스(주), (주)슈퍼노바바이오, 상장실질심사 평가위원) 등을 수행하여 당초 계획대비 꾸준히 산학협력을 수행하고 있음

○ 산학협력 실적 우수성 향상 계획

- 산학간의 인적/물적 교류를 확대하기 위해서, 산업체 간의 MOU 협정 체결, 대학원생의 현장실습 교육 기회 확대, 대학원생들의 취업기회 부여, 산업체-대학 공동연구 수주 등을 진행할 계획임.
- 산업체 임원급을 대상으로 한양대 생명공학과 IAB 위원으로 위촉하여 산업체 겸직교수직위를 부여토록 할 계획임. 이를 통해서, 산업체의 다양한 협력을 좀 더 강력하게 추진 할 수 있는 기회를 마련토록 할 계획임

- 내부평가 위원 - 000 교수 (한양대학교 생명공학과)

[교육역량 영역]

- 바이오의약산업관련으로 교육과정 신규 과목들에 대한 학생들의 참여를 높이고 있으며 특히 산업체 문제 해결형 인재 양성을 위한 IC-PBL+ 과목 확충을 위한 노력을 기울이고 있음.
- 코로나로 어려운 시기이지만 국제적으로 연구력이 우수한 대학들과의 공동 심포지움등을 온라인으로 개최하여 학생들의 글로벌 연구경쟁력을 높이는 교육 프로그램들을 추진하고 있음.
- 교육의 국제화 활동은 위축된 면이 있지만 지난 1년 동안 대학원생의 해외학술대회 참가를 지원하여 연구단 참여 학생들의 국제적 연구수월성 향상에 기여하는 등 선정당시 계획된 사업들을 적극적으로 추진하고 있음.

[연구역량 영역]

- 본 교육 연구단에서는 BK FOUR 사업을 통하여 **(1) 바이오의약 신산업분야 연구의 질적 수월성을 제고하고 (2) 융복합적 글로벌연구역량을 향상**하는 것을 목적으로 하고 있음. 선정평가 당시 본 사업단 참여교수들의 지난 5년간 (2015-2020) 총 IF 에 대한 편수 환산은 2015년 5.3, 2016년 6.1, 2017년 5.4, 2018년 5.3, 2019년 7.0 였으나, 지난 1년 연구기간동안의 편수 환산 IF 는 7.075를 보여주었음. 특히 지난 연구기간 동안 IF 10이상의 상위 논문 (Science Advances, Advanced Science, Biomaterials, Nano Letters) 등에 논문을 게재하여 연구의 질적 향상을 도모하고 있음을 알 수 있음. 또한 최근 1년간 (2020.9.1-2021.8.31) 이공계열 참여교수 1인당 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주 실적은 연구단 선정당시 360,609 천원 (년) 에서 459,453 천원 (년) (연구단 참여교수 1인당 연구비) 으로 증가하였으며 개인과제 뿐 아니라 기초연구실, 바이오/의료 기술 개발 사업 등과 같은 집단과제 수주의 성과를 보였음. 이는 연구의 질적 수월성을 추구하고 융복합적 글로벌 연구역량 강화 및 공동연구 증진을 도모하려는 연구단의 노력이 반영된 것으로 볼 수 있음.
- 본 교육 연구단에서는 **바이오의약 신산업 관련 분야의 지속가능한 기업/사회 문제를 해결하는 연구활동을 강화**하는 것으로 목표로 하였으며 지난 1년동안 연구주제의 도출을 유도하고, 또한 교육연구단 참여교수들의 연구활동을 IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여 융합적인 연구를 수행할 수 있는 연구체계를 확립하였음. 중앙정부 및 해외기관 연구비 수주뿐 아니라 지난 연구 기간동안 산업체 지원 연구비의 총합은 371,250 천원 (년 - 사업단 참여교수 전체) 이며 이는 연구단이 추구하는 목표중의 하나인 산업문제 해결형 연구활동 강화의 결과로 볼 수 있음
- 본 교육 연구단의 **글로벌 프로그램 개선 및 강화** 측면에서는 선정평가지 국제 공동연구기관과 MOU 협약 추진 및 국제학술대회 개최를 통한 연구인력 및 기술교류 극대화를 도모하려 하였으나 현재 COVID19 상황으로 인하여 대면으로 연구를 수행할 수 있는 인력 장기 파견, 참여 연구원의 국제 학술 대회 참여, 국제 및 공동연구를 수행하는 데에는 어려움을 겪고 있음. 이러한 어려움에도 불구하고 미국 University of Utah, MIT, 일본 Osaka University, Tohoku University 등과 원격으로 공동연구에 대한 논의를 지속적으로 수행하고 있으며 또한 지난 6월에 온라인 상으로 한양대, 도호쿠대 (일본), 중앙대, 인천대, 오사카대(일본), 오카야마대(일본), 포스텍, 성균관대, 아베이루대 (포르투갈) 의 연구진들이 참여하는 1st NRF-JSPS Joint Symposium on advanced biomaterials for tissue engineering을 성공적으로 개최하였음. 앞으로 COVID19 상황이 빠르게 호전되지 않을 가능성이 많기에 온라인 기반의 공동연구 플랫폼들을 통한 국대학 및 연구기관과의 연구자 상호 교류 실적을 증진시키고자 함. 온라인 플랫폼을 적극 활용하여 국제적인 학술 활동의 기반을 넓히고 정기적으로 미국, 일본, 중국, 영국 등에 있는 대학 및 연구기관과 국제적 연구교류 및 학술 활동들을 사

업단 차원에서 활성화하고 정기적인 보고관리 시스템을 체계화하여 이러한 위험 요소들을 극복할 예정이다.

[산학협력 영역]

- 산학협력의 경우, 23건의 특허 등록 및 산학과제비 41,250천원/명으로 역시 평균 목표치 이상을 달성하였음.
- 최종적으로, 코로나-19 상황에서도 대학원생의 연구활동 지원, 참여교수의 대내외 활동도 상당히 우수하며, 국제공동연구 활동도 꾸준히 수행한 결과 등을 검토한 결과, 본 교육 연구단의 성과 및 계획에 대한 실적을 최우수로 평가함

□ 사업단 자체평가 결과

바이오의약 혁신인재 양성사업 교육연구단의 1차년도 활동을 결산한 결과, 교육, 연구, 산학협력에서 고르게 개선점을 확인할 수 있음. 이러한 결과는 연구단의 교육목표인 초연결 교육을 통한 문제해결형 인재 양성, 초융합 연구를 통한 글로벌 융합인재 양성, 혁신인재 양성을 통한 지속가능한 가치 창출의 교육방향에 적합한 교육, 연구 환경을 이루어나가고 있음. 각 영역의 구체적인 성과와 차년도 계획을 요약하면 다음과 같음.

1) 교육역량 영역

- 교과목 및 교과목 트랙의 개선: 교육과정의 개선은 바이오의약산업관련 신규과목들을 개설하여, 관련 산업의 심도있는 교육과정을 구성 중에 있음. 또한, 산업계 요구사항에 대응하는 인재를 양성하기 위한, IC-PBL+ 과목을 확충하고 있고, IAB를 학과/공과대학/대학본부 단계별로 구성하여, 관련 산업분야에 대응하는 교육개선 프로그램을 갖추었을 뿐 아니라, 대학본부차원에서의 행정지원도 원활하도록 구성되고 있음.
- 세계적 대학의 벤치마킹: 세계 우수 대학의 벤치마킹에 결과에 따른 교육 프로그램 개선도 꾸준히 이루어지고 있음. 생명공학실험학을 운영하여, 연구에 필요한 실험기술 교육을 진행하고 있으며, 산업계 연계과목 (IC-PBL+)도 기존과목과 함께 2개의 신규과목을 운영하였음. 또한, 박사과정 학생에게 조교제도를 지원하였으며, 타전공과의 전공융합교육을 시행중임. 다만, 계획서에 제시된 Lab rotation과 타전공 융합과목의 개설이 미진하였음. 이러한 제도의 개선 및 활성화는 2차년도에 진행되어야 할 것임.
- 우수한 대학원생의 모집을 위한 활동: 국내 학생 모집을 위한 활동으로 실험실 인턴과 대학원입학설명회를 실시하여, 우수 학생의 대학원 지원을 독려하였음.
- 산업계 연계교육의 개선: IAB 활동과 IC-PBL+ 등을 통하여, 산업계 연계교육이 크게 개선되었음. 산학연계 연구활동이 기존에 비해 활성화 되었음. 하지만, 일부 미진한 점으로서, 당초 계획되었던 산업체 인턴프로그램 등이 추진될 필요가 있음.
- 대학원생 연구지원 활동: 학생들의 연구실적에 따라 인센티브 장학금 지원, 해외학술대회 참가 지원, 장학금 지원 등 체계적인 지원활동을 통하여, 학생들의 연구 성과가 크게 개선되었음. 특히, 연구논문의 경우 impact factor 등에서 상승이 이루어져서 질적인 향상을 확인하였음. 취업률도 87.5%로 이르는 등 높은 실적을 거둠.
- 교육의 국제화 활동: 대학원생의 해외학술대회 참가를 지원하였으며, 사업단 주최의 국제학

술심포지움을 개최하여, 우수 석학들의 최신 연구지견의 습득이 가능하였음. 또한, 2명의 신규 외국인 대학원생이 입학하였음.

	활동내용	평가 (상,중,하)	향후 계획
교과과정 개선	- 신규과목 개설 - IC-PBL+ 과목 확충 - IAB 내실화 - 조교제도 지원	상	- 지속적인 신규과목 확충을 통한 교과과정 내실화 - Lab rotation 실시 필요 - 타전공과 융합과목 개설 필요
우수 대학원생 모집 활동	- 실험실 인턴제도 실시 - 대학원입학설명회 실시	상	- 지속적 실시
산업체 연계 교육 개선	- IC-PBL+ 과목 확충 - IAB 내실화	상	- 지속적 실시 - 산업체 인턴프로그램 실시 필요
대학원생 연구지원 활동	- 인센티브 장학금 지급 - 학술대회 참가 지원 - BK4, 연구비장학금 지급	상	- 지속적 실시 - 연구활동에 대한 피드백을 위한 사업단 워크숍 등 필요
교육의 국제화	- 해외학술대회 참가지원 - 국제학술심포지움 개최 - 해외과학자의 세미나 - 외국인 대학원생 입학	상	- 현재 제도 지속적 실시 - 외국 협력기관으로의 공동연구, 대학원생 단기연수 등 필요

2) 연구역량 영역

- 참여교수의 연구역량: 참여교수의 학술 논문의 1인당 4편이며 환산 IF는 7.075임. 학술 논문의 숫자는 감소하였으나, 환산 IF는 개선되어, 연구의 질적 개선이 이루어지고 있음. 특히 impact factor가 10 이상인 논문이 3편 이상 출판되는 등, 질적인 우수성이 확인됨. 향후, 연구방향도 학술논문의 양적인 증가를 지양하고, 질적인 개선을 지속적으로 추진하여야 할 것임.
- 참여교수의 연구비 특허실적 우수성: 1차년도에 23건의 특허를 등록하였으며, 이는 참여교수들이 지적재산권 확보에 지속적으로 노력하고 있음을 보여줌. 또한, IC-PBL+ 교육과정과의 연계를 통하여, 산업체와 융합적인 연구를 수행할 수 있는 체계를 구성하고 있음.
- 참여교수의 연구비 수주 우수성: 참여교수 1인당 연구비는459,453천원/년으로 기존의 360,609천원/년으로 크게 증가하였음. 또한, 산업체 연구비도 총 371,250천원을 수주하여, 산업문제 해결형 연구활동이 지속적으로 이루어지고 있음을 보여줌.
- 국제공동연구 활동: 3명의 참여교수가 국제공동연구를 통하여 1년간 6편의 논문을 출판하였음. 현재, COVID19으로 인한 국제공동연구가 위축된 상황에서도 꾸준한 국제공동연구를 수행하고 있음. 그러나, 2차년도에는 국제공동연구를 보다 활성화할 필요가 있음.

	활동내용	평가 (상,중,하)	향후 계획
학술논문	- 환산 IF의 증가 - 양적인 면에서 소폭 감소	상	- 지속적인 연구활동 - 양적인 면에서도 개선 노력
특허실적 및 산업체 연계 연구	- 23건 특허 등록 - IC-PBL+ 활용하여 산업계 융합연구 수행	상	- 지속적 실시

연구비 수주	- 연구비 수주 증가 - 산업체 연구비 수주 지속	상	- 지속적 실시 - 산업체 인턴프로그램 실시 필요
국제공동연구	- 6편 국제공동연구 논문 - 국제공동연구 위촉	중	- COVID19의 개선에 따른 국제공동연구 활성화 추진

3) 산학협력 영역

- 23건의 특허 등록
- 산업체 및 지자체 연구비 수주: 41,250천원/명으로 지난 3년간의 실적에서 증가하였음. 최근 1년은 COVID19으로 인하여, 과제 수주가 쉽지 않은 면이 있으나, 우수한 특허와 기술이전 실적들을 기반으로 차세대 혁신신약 개발에 박차를 가할 예정

4) 결론

- COVID19의 상황으로 전체적으로 쉽지 않은 교육, 연구 상황에서 지속적인 교과과정 개선과 산학연계 교육 제도의 개선을 꾸준히 진행하였고, 대학원생의 연구활동 지원도 성공적으로 이루어졌음. 또한, 연구의 질적인 개선과 산학협력, 국제공동연구도 지속적으로 진행하여, 성공적인 1차년도를 수행하였음. 위에서 설명한 바와 같이 일부 미흡한 부분들은 파악하여 지속적으로 개선하는 노력이 2차년도에 이루어질 것임.